

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ПРИ  
НАБЛЮДЕНИИ ЧЕРЕЗ МУТНУЮ СРЕДУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
АПРИОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ О РАСПРЕДЕЛЕНИИ  
ИНТЕНСИВНОСТИ**

*Кривенко Е. В.<sup>1</sup>, к.ф.-м.н.; Луценко В. И.<sup>1</sup>, д.ф.-м.н., с.н.с.; Попов И. В.<sup>1</sup>  
Лю Яо<sup>2</sup> (Liu Yao)*

<sup>1</sup>*Институт радиофизики и электроники им. А. Я. Усикова Национальной  
академии наук Украины, г. Харьков, Украина*

<sup>2</sup>*Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского,  
г. Харьков, Украина*

Распространение излучения в среде со случайным распределением параметров является классической задачей [1], имеющей многочисленные приложения в различных отраслях современной науки и техники. Одно из них в настоящее время связано с оптической диагностикой биологических тканей, а другое с дистанционным зондированием земных покровов через атмосферу [2].

Реализация любого алгоритма восстановления структуры среды базируется на решении прямой задачи, т.е. на расчете характеристик поля подсветки в среде с заданным распределением оптических свойств и сигналов, образующих изображение этой среды. Разработка универсальных моделей световых полей в случайно-неоднородных средах и совершенствование моделей изображений этих сред является актуальной задачей, связанной с повышением информативности методов оптической диагностики систем дистанционного мониторинга как биологических тканей в медицине, так и окружающей среды в радиофизике и геофизике.

Пусть  $\|I_{ij}\|$  матрица яркости исходного изображения с интегральным распределением:

$$P = F(I), \quad (1)$$

которое ставит в соответствие каждой величине  $I$  вероятность ее существования в выбранном фрагменте изображения. Если искажающая функция среды  $V$ , то после ее воздействия на исходное изображение  $\|I_{ij}\|$  мы получим другое, уже искаженное средой изображение:

$$\|\hat{I}_{ij}\| = V \|I_{ij}\|. \quad (2)$$

Пусть для этого изображения

$$\hat{P} = F_1(\hat{I}). \quad (3)$$

Тогда можно попытаться сопоставить яркости изображений: искаженного и исходного, имеющие одинаковые вероятности существования, т.е.  $P \equiv \hat{P}$  для всей области определения  $I$  и  $\hat{I}$ , т.е.

$$F_1(\hat{I}) \equiv F(I). \quad (4)$$

Тогда

$$\hat{I} \equiv F_1^{-1}(F(I)) \quad (5)$$

Сравнивая (5) с (2) видно, что

$$V = F_1^{-1}F \quad (6)$$

Таким образом, имея функцию распределения яркости исходного изображения и искаженного средой можно, сопоставив одинаковые квантили искаженного и исходного изображений, получить значения функции искажения. Следует отметить, что, как правило, мы имеем искаженное средой изображение, которое необходимо восстановить. На основании этого изображения можно получить интегральное распределение интенсивности искаженного изображения. Исходное изображение и функция его распределения, как правило, неизвестны. Однако, могут быть известны функции распределения изображений для однотипных с восстанавливаемым, которые и использовать для получения функций искажения.

Для проверки предложенного подхода использовался метод физического моделирования. Различного типа изображения фотографировались в воздухе и через мутную среду, в качестве которой использовалась загрязненная вода. По изображениям получались интегральные функции распределения: тестового и искаженного средой, которые и использовались для построения корректирующей функции, на основании которой осуществлялось восстановление изображения. Следует отметить, что использовались отличающиеся, но однотипные тестовое и восстанавливаемое изображения. В первой серии опытов использовались изображения штрих-кода. На рис.1 приведены получаемые через воду, различной степени загрязненности изображения и результат их восстановления.

Проверка применимости предложенного подхода с использованием изображений текста и фрагмента Земли, полученного со спутника, дали удовлетворительные результаты. Видно, что по мере загрязнения воды снижается четкость изображения линий штрих кода. Это обстоятельство и может быть положено в основу определения вносимого средой затухания, а также восстановления изображения. Причем даже для чистой воды происходит искажение исходного изображения, по сравнению с полученным в воздухе.

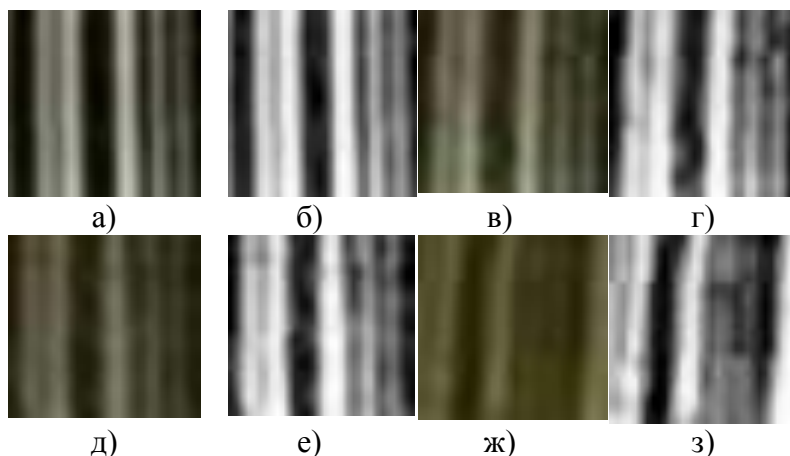


Рисунок 1. Изображения полученные через мутную среду (а, в, д, ж) и восстановленные (б, г, е, з): а, б — чистая вода; в, г, — загрязнение 10%; д, е — 20%; ж, з — 40%

Проведенные экспериментальные исследования показали. Что для восстановления изображения полученного через мутную среду можно использовать функции распределения тестового и восстанавливаемого изображений. Необходимым условием является их однотипность.

### Перечень источников

1. Шифрин К. С. Рассеяне света в в мутной среде / К. С.Шифрин. — М. —Л. : гос.и-во технико-теоретической литературы, 1951. —289с.
2. Гай В. Е. Многомасштабный подход к восстановлению изображений //8 Международная конференция «Оптико-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов»13—15мая 2008. Курск: Сб. материал. Конф. — Курск. — 2008. — С. 95—96.

### Анотація

Запропоновано підхід до відновлення спотвореного мутним середовищем зображення, заснований на використанні апріорної інформації про вид розподілів при наявності та відсутності спотворень. Наведено приклади використання пропонованого підходу для відновлення зображення при його спостереженні через мутне середовище.

Ключові слова: мутне середовище, яскравість, зображення, що коректує функція, розподіл.

### Анотация

Предложен подход к восстановлению искаженного мутной средой изображения, основанный на использовании априорной информации о виде распределений при наличии и отсутствии искажений. Приведены примеры использования предлагаемого подхода для восстановления изображения при его наблюдении через мутную среду, в качестве которой выступала загрязненная вода.

Ключевые слова: мутная среда, яркость, изображение, корректирующая функция, распределение.

### Abstract

Propose an approach to restore of distorted images of turbid media. It is based on the use of a priori information about the form of distributions in the presence and lack of distortion. Examples of the use of the proposed approach for restoration the image when viewed through a turbid medium is shown. Turbid medium was contaminated water.

Keywords: turbid medium brightness, image correction function, distribution.